



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
İyun
June 2005
Июнь

№168
səhifə
page 648-649
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

РЕЛАКСАЦИЯ ТОКА И МЕХАНИЗМЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ В НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

БУДАГОВ К.М., БАЙРАМОВ Г.М.

*Бакинский Государственный Университет, Баку, З.Халилов, 23.
Az 1148, тел.439-08-34*

Установлено, что поляризация ЖК в постоянном электрическом поле происходит по различным механизмам: 1) вследствие разделения в электрическом поле ионов противоположных знаков и образования у электродов неподвижного объемного гетерозаряда; 2) вследствие монополярной инжекции носителей заряда из электрода и образования объемного гомозаряда.

В основе технического применения жидкого кристалла (ЖК) лежат различные электрооптические эффекты, возникающие в ЖК слое, находящемся в контакте с металлом, полупроводником или диэлектриком. При этом свойства ЖК ячеек зачастую определяются поляризационными процессами, наблюдаемыми в ЖК в постоянном электрическом поле, и, следовательно, релаксацией тока и объемных зарядов.

Релаксационные процессы и механизмы поляризации в нематических жидких кристаллах в постоянном электрическом поле были изучены во многих работах.[1,2,3,4]

Результаты исследований показывают, что несмотря на то, что ЖК представляют собой термодинамически устойчивое фазовое состояние, промежуточное между твердым кристаллом и изотропной жидкостью. Приэлектродные процессы, происходящие в ЖК при наложении постоянного электрического поля, во многом сходны с аналогичными процессами, происходящими в твердом теле. В указанных работах показано, что наблюдаемый спад тока со временем при постоянном напряжении обусловлен поляризацией образцы и формированием объемного заряда. При выключении внешнего поля наблюдается обратный ток деполяризации. Накопленный объемный заряд при этом зависит от фазового состояния вещества и внешнего напряжения.

Установлено, что поляризации ЖК в постоянном электрическом поле происходит по совершенно различным механизмам: 1) вследствие разделения в электрическом поле ионов противоположных знаков и образования у электродов неподвижного

гетерозаряда; 2) вследствие монополярной инжекции носителей заряда из электрода и образования объемного гомозаряда. В обоих случаях наблюдается спадающая релаксация прямого тока. Причем, в первом случае, когда происходит разделение объемных носителей заряда с концентрацией, то расчет дает следующие соотношения между прямым током, накопленным зарядом и временем действия поля

$$I(t) = I_0 \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau_0}\right) \quad (1)$$

$$Q = UC_k - I \cdot \tau_0 \quad (2)$$

где $Q = d C_k / \epsilon n_0 \cdot mS$, d - толщина образца, C_k - приконтактная емкость, μ - подвижность носителей заряда, S - площадь электрода. Эти уравнения имеют место в области слабых полей, когда

$$\alpha = 1 + \frac{\Delta R}{R} = 1, U_{\phi} = \frac{(U - U_n)}{\alpha} = U - U_n$$

где α - параметр, характеризующий добавочные сопротивление ΔR переходных приэлектродных слоев (R - сопротивление образца в отсутствии поля), U_n - обратное напряжение поляризации. В области сильных полей, когда начинаются инжекционные процессы и концентрация инжектированных носителей намного превышает собственную ($n \gg n_0$), зависимости между I, Q и t имеют

следующий вид:

$$I(t) = UC_k \cdot \frac{\tau}{(t + \tau)^2} \quad (3)$$

$$Q(t) = UC_k t \frac{1}{(t + \tau)} \quad (4)$$

$$Q(t) = UC_k - \sqrt{UC_k \tau} \quad (5)$$

где $\tau = d^3 / \mu d_k \cdot U$, d_k - толщина области собирания заряда. Уравнения (3)-(5) получены при рассмотрении переноса инжектированного заряда в системе «металл-диэлектрик-металл» не через зону проводимости, а при помощи медленно движущихся центров, на которые захватываются инжектированные носители. Напряжение U_0 , при котором происходит смена механизма поляризации, зависит от степени чистоты ЖК. Так, введение пеларгоновой кислоты в холестерилпеларгонат увеличивает его проводимость и одновременно повышает значение U_0 .

В работе [4] обнаружена и исследована возрастающая релаксация тока (ВРТ) в жидких кристаллах при наложении постоянного электрического поля. Для ЖК с различным знаком анизотропии диэлектрической проницаемости МББА, холестерилпеларгоната, ционобифенилов закономерности ВРТ являются общими и связаны с процессами переноса и накопления заряда в приэлектродных полях.

Под действием электрического поля в ЖК происходит перераспределение заряда, вследствие чего напряженность электрического поля в приэлектродных слоях резко повышается. При достижении определенного значения внешнего поля в приэлектродном слое ток обуславливается не только внешним полем, но и полем объемного заряда. Повышение внешнего напряжения и времени действия его ведет к увеличению плотности заряда у электродов, что проявляется в ВРТ. В области напряжений, соответствующих ВРТ, наблюдается возрастающая релаксация обратного тока разрядки, обусловленная токами утечки через приэлектродные слои под действием поля объемного заряда. В общем случае эффективное поле, действующее на носители заряда в объеме ЖК, описывается как

$$U_{эф} = (U - U_k) / d$$

Параметр d характеризует приэлектродные потенциальные барьеры, которые проявляются во внешней цепи как возрастание сопротивления образца в электрическом поле. Показано, что при оценке дрейфовой подвижности по времени пролета носителей в электрическом поле соотношение Эйнштейна выполняется в том случае, если в расчетах использовать $U_{эф}$.

-
- [1]. Гриценко Н.И., Мошель Н.В. Инжекционные токи в нематическом жидком кристалле. -ЖТФ, 1982, т.51, вып.1, ст.114-116.
- [2]. Мошель Н.И., Исследование переноса и накопления заряда в жидких кристаллах нематического и холестерического типа.- Автореф. дисс. по соиск. уч.степ.канд. физ-мат. наук, Киев, 1984, 18 с.
- [3]. Алиев Д.Ф., Будагов К.М., Кязым-заде А.Г. Переходные токи и объемные заряды в смектических жидких кристаллах Известия ВУЗов СССР, сер. Физика (депониров.), 1984, №5662-84, 9 с.
- [4]. Гриценко Н.И., Мошель Н.В. Рогоза А.В., Тиман Б.Л. Возрастающая релаксация тока в жидких кристаллах ЖТФ, 1983, т.63, №9, с. 1879-1880.